

DE 3543681 A1

DERWENT-ACC-NO: 1987-170778

DERWENT-WEEK: 198725

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Controlling position of weld head over weld joint -
using vibration probes located on each side of joint

PATENT-ASSIGNEE: JURCA M C [JURCI]

PRIORITY-DATA: 1985DE-3543681 (December 11, 1985)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 3543681 A	June 19, 1987	N/A	005	N/A
DE 3543681 C	August 4, 1988	N/A	000	N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 3543681A	N/A	1985DE-3543681	December 11, 1985

INT-CL (IPC): B23K009/12, B23K026/08, B23K037/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3543681A

BASIC-ABSTRACT:

The welding head is moved along a weld line in controlled fashion using two probes (5, 6) arranged on each side of the weld line (3) whose exit signals (SA1, SA2) are fed to an evaluation circuit which determines the sum and/or the difference of the two signals.

ADVANTAGE - By ensuring correct positioning of weld head, quality control is good, esp. in curved weld joints.

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3543681C

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

The welding head is moved along a weld line in controlled fashion using two probes (5, 6) arranged on each side of the weld line (3) whose exit signals (SA1, SA2) are fed to an evaluation circuit which determines the sum and/or the difference of the two signals.

ADVANTAGE - By ensuring correct positioning of weld head, quality control is good, esp. in curved weld joints.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1,2/2

TITLE-TERMS: CONTROL POSITION WELD HEAD WELD JOINT VIBRATION PROBE LOCATE SIDE
JOIN

DERWENT-CLASS: M23 P55 X24

CPI-CODES: M23-D01B4; M23-G;

EPI-CODES: X24-B02X; X24-D03;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1987-071174

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1987-128151

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3543681 A1

⑤① Int. Cl. 4:
B 23 K 26/08
B 23 K 9/12
B 23 K 37/00

⑳ Aktenzeichen: P 35 43 681.6
㉔ Anmeldetag: 11. 12. 85
㉕ Offenlegungstag: 19. 6. 87

Behörden-Eigentum

DE 3543681 A1

⑦① Anmelder:
Jurca, Marius-Christian, 6054 Rodgau, DE

⑦④ Vertreter:
Dannenberg, G., Dipl.-Ing., 6000 Frankfurt;
Weinhold, P., Dipl.-Chem. Dr., 8000 München; Gudel,
D., Dr.phil.; Schubert, S., Dipl.-Ing., 6000 Frankfurt;
Barz, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000
München

⑦② Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Herstellung einer Schweißnaht

Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Herstellung einer Schweißnaht, wobei mit Hilfe von zwei neben der Schweißnaht angeordneten Fühlern, deren Ausgangssignale einer Auswerteschaltung zugeführt werden, wahlweise sowohl die Positionierung des Schweißkopfes relativ zur Schweißnaht geregelt werden kann, wie auch die Qualität der Schweißnaht überprüft werden kann. Die hierbei verwendeten Signale können sogar unabhängig von Störsignalen gemacht werden.

DE 3543681 A1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung einer Schweißnaht mit einem Schweißkopf, der über der Schweißnaht angeordnet und relativ zu ihr in ihrer Längsrichtung verschiebbar ist und mit einer Fühleinrichtung, die Signale des Schweißvorgangs aufnimmt und einer Auswerteschaltung zuführt, dadurch gekennzeichnet, daß die Fühleinrichtung zwei Fühler (5, 6) aufweist, die beidseits der Schweißnaht (3) angeordnet sind und deren Ausgangssignale (SA1, SA2) der Auswerteschaltung zugeführt werden, die die Summe und/oder die Differenz der beiden Ausgangssignale bildet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung den Quotienten aus der Differenz und der Summe der Ausgangssignale (SA1, SA2) bildet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der Auswerteschaltung einem Schwellwertschalter zugeführt werden.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß beidseits und längs der Schweißnaht (3) mehrere der Fühler (5, 6) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fühler (5, 6) als akustische Schwingungsaufnehmer ausgebildet sind.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung einer Schweißnaht mit einem Schweißkopf, der über der Schweißnaht angeordnet und relativ zu ihr in ihrer Längsrichtung verschiebbar ist, und mit einer Fühleinrichtung, die Signale des Schweißvorgangs aufnimmt und einer Auswerteschaltung zuführt.

Bekannte derartige Vorrichtungen verwenden üblicherweise einen Meßkopf, in der die Fühleinrichtung angeordnet ist, und der voreilend vor dem Schweißkopf über der Schweißnaht positioniert ist. In einer Regelschaltung werden die von einem einzigen Sensor in der Fühleinrichtung aufgenommene Signale dazu verwendet, den Schweißkopf in einer Ebene parallel zur Ebene der miteinander zu verschweißenden Bleche über der Schweißnaht zu führen.

Diese bekannte Vorrichtung hat sich zwar bei gerade verlaufenden Schweißnähten bewährt. Sobald die Schweißnaht aber eine Krümmung durchläuft, so ergeben sich Schwierigkeiten, bedingt durch die konstruktiv notwendige Voreilung des Meßkopfes vor dem Schweißkopf. Diese Voreilung ist notwendig, um den Meßkopf vor einer Beschädigung durch die beim Schweißvorgang entstehende Hitze zu schützen. Außerdem soll durch die Voreilung eine Beeinflussung der Meßergebnisse durch das Schweißplasma vermieden werden.

Weiterhin fällt es bei dieser bekannten Vorrichtung nachteilig ins Gewicht, daß mit ihr die Qualität der Schweißnaht nicht kontrolliert werden kann. Man hat daher verhältnismäßig aufwendige Qualitäts-Kontrollverfahren für derartige Schweißnähte entwickelt, die aber erst nach Anlegen und Abkühlen der Schweißnaht am geschweißten Werkstück selbst durchgeführt werden können. Wird dann ein Fehler in der Schweißnaht entdeckt, so führt dies in aller Regel zum Ausschuß des betreffenden Werkstücks.

Die Erfindung vermeidet diese Nachteile. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorzuschlagen, mit deren Hilfe gleichzeitig eine Qualitätskontrolle der Schweißnaht durchgeführt werden kann, und zwar während des Schweißvorganges selbst, und die wahlweise eine einwandfreie Positionierung des Schweißkopfes über der Schweißnaht ermöglicht, gegebenenfalls auch bei gekrümmt verlaufender Schweißnaht.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß die Fühleinrichtung zwei Fühler aufweist, die beidseits der Schweißnaht angeordnet sind und deren Ausgangssignale der Auswerteschaltung zugeführt werden, die die Summe und/oder die Differenz der beiden Ausgangssignale bildet.

Die Summe der beiden Ausgangssignale ist ein Maß für die Stärke der Leistungskopplung in die Schweißnaht und stellt daher die Qualitätskontrolle für die Schweißnaht dar. Zur Erläuterung sei erwähnt, daß diese Summe stark abfällt, wenn beispielsweise die Spaltbreite zu groß ist, die Leistung des Schweißgeräts zu klein ist oder auch wenn eine örtliche Vergrößerung des Schweißspaltes gegeben ist. Der hierbei erfolgende Abfall des Summensignals ist also ein Maß für die Qualität der Schweißnaht.

Die Differenz der Signale ist gleich Null, wenn der Schweißkopf richtig über der Schweißnaht positioniert ist. Wandert er stärker zu dem einen der beiden Fühler, so ist das Differenzsignal positiv bzw. negativ und das entsprechende Ausgangssignal kann man in einer Regelschleife für die Positionierung des Schweißkopfes über der Schweißnaht benutzen.

In diesem Zusammenhang wird es bevorzugt, wenn die Auswerteschaltung den Quotienten aus der Differenz und der Summe der Ausgangssignale bildet. Durch die hierdurch erfolgende Normierung der beiden Signale wird ein Signal gewonnen, daß von Brumm, von Maschinenschwingungen, die sich auf beide Bleche übertragen oder auch von Leistungsschwankungen des Schweißgeräts weitgehend unabhängig ist.

Für beide Einsatzmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung, nämlich Qualitätskontrolle der Schweißnaht und Nachführung des Schweißkopfes über der Schweißnaht, wird es bevorzugt, wenn die Ausgangssignale der Auswerteschaltung einem Schwellwertschalter zugeführt werden, der dann zwei unterschiedliche Fehlersignale erzeugt (Schweißintensität zu klein bzw. Fugespalt zu groß oder Schweißintensität zu groß), so daß mit Hilfe dieser Fehlersignale ein unvollständig oder zu stark verschweißtes Werkstück ausgesondert werden kann. Bei mehrfachem Auftreten dieser Fehler kann auch die gesamte Schweißanlage stillgesetzt werden.

Man kann die beidseits der Schweißnaht angeordneten Fühler zusammen mit dem Schweißkopf bewegen. Man kann aber auch beidseits und längs der Schweißnaht mehrere der Fühler anordnen bzw. rechts und links der Schweißnaht jeweils einen bandförmigen Fühler, der die Signale des jeweiligen Schweißpunktes aufnimmt.

Für die erfindungsgemäße Vorrichtung sind nach den unterschiedlichsten Prinzipien arbeitende Fühler geeignet, beispielsweise auf die beim Schweißvorgang ausgesendete Ultraviolettstrahlung ansprechende Fühler. Bevorzugt wird es aber, wenn die Fühler als akustische Schwingungsaufnehmer ausgebildet sind. Bei dieser Ausführungsform ergibt sich eine besonders einfache Einkopplung der Signale in die Fühler, wobei man sich

auch zunutze macht, daß beim Schweißvorgang, insbesondere beim Laserschweißen, breitbandige Geräusche erzeugt werden, die also von den Schwingungsaufnehmern gut erfaßt werden können. Bei der Auswertung der von diesen Schwingungsaufnehmern abgegebenen Signale macht man sich auch zunutze, daß die noch warme Schweißnaht die Schallwellen nicht gut weiterleitet, so daß Störeinflüsse von einem Blech zum anderen vermindert werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, aus denen sich weitere wichtige Merkmale ergeben. Es zeigt:

Fig. 1 — schematisch und perspektivisch die Herstellung einer Schweißnaht mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 — die Situation von Fig. 1 in abermals vereinfachter Darstellung, wobei aber mehrere der Fühler beidseits der Schweißnaht angeordnet sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung läßt sich mit besonderem Vorteil bei einer Laser-Schweißeinrichtung einsetzen. Aus diesem Grunde wird im folgenden auf eine derartige Anlage Bezug genommen.

Beim Einsatz von Hochleistungslasern zur Herstellung von Schweißungen in Werkstücken aller Art ist eine sehr genaue Einhaltung der Verfahrensparameter notwendig, wenn optimale Ergebnisse erzielt werden sollen. U. a. sind folgende Parameter wichtig:

- Laserleistung am Werkstück,
- Fokussierungsabstand,
- Brennpunktage relativ zur Schweißfuge.

Die beiden ersten Parameter bestimmen die Leistungsdichte am Bearbeitungsort. Sie lassen sich z. B. durch die Beobachtung des Schweißplasmas kontrollieren. In einer kommerziellen Ausführung eines solchen Überwachungsgeräts geschieht dies durch Registrierung des vom Plasma emittierten UV-Lichtes. Die Intensität dieser UV-Strahlung ist ein gutes Maß für die eingekoppelte Laserleistung und damit für die erzielte Schweißtiefe.

Von besonderer Wichtigkeit ist bei der Ausführung von Laserschweißungen auch die Lage der Schweißnaht in Relation zum Fügespalt. D. h. die Schweißnaht sollte im Idealfall symmetrisch auf dem Fügespalt liegen. Die einzuhaltenden Toleranzen liegen hier im 0,1-mm-Bereich, was an die Genauigkeit und Stabilität der zu verwendenden Füge- und Positionier Vorrichtung hohe Anforderungen stellt.

Diese Anforderungen können durch eine automatische Erfassung der Brennpunktage mit Nachführung des Schweißkopfes erheblich gemildert werden. Solche Nachführungssysteme sind, wie erwähnt, mit optischer und induktiver Abtastung des Fügespalts bereits verwirklicht worden. Sie haben den Nachteil, daß der Meßkopf in einem gewissen Abstand zum Schweißkopf montiert werden muß, um eine Beeinflussung durch das Schweißplasma zu vermeiden. Die Messung erfolgt daher im allgemeinen voreilend, was insbesondere bei gekrümmten Schweißnähten die Nachführung des Schweißkopfes erschwert.

Der im folgenden beschriebenen Erfindung eines Schweißnahtsensordystems lag die Aufgabe zugrunde, mit ein und derselben Meßanordnung sowohl Schweißintensität (Schweißnahttiefe) als auch die Nahtlage auf dem Fügespalt zu erfassen und als getrennte Signale für entsprechende Überwachungs- oder Regelsysteme zur Verfügung zu stellen. Insbesondere sollte die Meßwert- erfassung im Schweißort selbst erfolgen.

Die Lösung dieser Aufgabe läßt sich anhand der im

folgenden beschriebenen bevorzugten Ausführungsform verdeutlichen.

Dabei ist zum besseren Verständnis zunächst auf die Kinetik des Schweißvorgangs und die Entstehung des Schweißplasmas einzugehen.

Beim Schweißen mittels Laser bildet sich bei ausreichender Leistungsdichte im erschmolzenen Material ein Kanal, durch den die Strahlung tief eindringen kann und in dem sie vollkommen absorbiert wird. Der Kanal wird durch den Druck des teilweise verdampfenden Materials offen gehalten. Der ausströmende Dampf ist ionisiert und emittiert stark im UV-Bereich. Die Ejektion des Materials aus dem Schweißkanal erfolgt dabei nicht kontinuierlich. Es entstehen vielmehr in rascher Folge einzelne Plasmabällchen, die in Richtung des einfallenden Laserstrahls ausgestoßen werden. Sie absorbieren die Strahlung zum Teil und expandieren durch Aufheizung solange, bis die Laserstrahlung wieder voll durchdringen kann. Es kommt dann erneut zur Ausbildung eines Plasmabällchens mit nachfolgender Abschwächung der Einstrahlung auf das Schweißbad. Der Vorgang wiederholt sich mit Frequenzen, die weit bis in den kHz-Bereich gehen. Dieses Wechselsignal kann sowohl aus der Beobachtung des UV-Lichtes gewonnen werden als auch durch Registrierung des entstehenden Geräusches mit einem normalen Mikrophon.

Besonders günstig ist es, den im Material fortgeleiteten Körperschall mittels einem oder mehrerer Schwingungsaufnehmer zu registrieren. Dabei ist von der in Fig. 1 dargestellten erfindungsgemäßen Anordnung der Schwingungsaufnehmer auszugehen. Bei dem dargestellten Schweißbeispiel handelt es sich um die Herstellung einer I-Naht zur Verbindung zweier Bleche 1, 2. Der Brennpunkt des Laserstrahls bewegt sich entlang eines Fügespalts 3, der hier übertrieben breit dargestellt ist, um eine Fehlersituation deutlich zu machen, die ebenfalls mit der erfindungsgemäßen Ausführung einer Schweißüberwachungsanlage erfaßt werden kann.

Über dem Bearbeitungspunkt entsteht ein Schweißplasma 4, das intermittierend aus dem Dampfkanal ausgestoßen wird. Der Rückstoß erzeugt Schallwellen, die mit zwei Schwingungsaufnehmern 5, 6 zu beiden Seiten des Fügespalts detektiert werden.

Die Meßsignale ermöglichen die genaue Zentrierung des Schweißbades auf dem Fügespalt 3, da die Stärke der Schalleinkopplung in das Material davon abhängt, wieviel Laserleistung jeweils auf die Kanten der zu verschweißenden Teile auftrifft. Am zweckmäßigsten werden die Signale der Schwingungsaufnehmer wie folgt normiert:

$$\frac{SA1 - SA2}{SA1 + SA2} = U.$$

mit SA1 = Signal des Schwingungsaufnehmers 5 und SA2 = Signal des Schwingungsaufnehmers 6.

U ist ein Positionssignal, das direkt zur Ansteuerung einer Regelschleife benutzt werden kann. Es ist gleich Null, wenn die ideale Position erreicht ist und variiert von positiven auf negative Werte, je nach dem, ob der eine oder der andere Schwingungsaufnehmer stärker angeregt wird. Es hängt nicht von der Stärke der Leistungseinkopplung insgesamt ab. Diese wird durch die Summe der Signale der beiden Aufnehmer dargestellt. Der Wert $SA1 + SA2 = P$ kann daher zur Überwachung der auf das Material auftreffenden Leistungsdichte herangezogen werden. Außerdem kann mit Hilfe dieses Wertes auch kontrolliert werden, ob der Fügespalt

zu groß ist, da auch dann eine geringere Leistungseinkopplung erfolgt.

In einer praktischen Ausführung des Schweißnahtkontrollsystems werden je nach Länge der Schweißnaht mehrere Schwingungsaufnehmer 5, 6 benötigt, die zweckmäßig in einen zur Aufspannung der zu verschweißenden Bleche dienenden Niederhalter 7 eingesetzt werden (vergl. Fig. 2). Statt dessen kann beidseits der Schweißnaht 8 auch jeweils ein bandförmiger Schwingungsaufnehmer angeordnet sein.

Eine Anpassung des Verfahrens an andere Schweißgeometrien ist möglich. So werden im Falle einer Rundschweißung nur zwei Aufnehmer benötigt, die entweder schleifend auf den beteiligten Schweißwerkstücken kontaktiert werden oder aber so fixiert werden, daß über eine flexible Leitungsführung eine Rotation des Werkstücks möglich ist.

Es ist also ersichtlich, daß das Signal ($SA1 + SA2$) dem Signal von der UV-Schweißüberwachung entspricht. Das Signal ($SA1 + SA2$) muß im idealen Fall annähernd Null sein, falls der Brennpunkt des Laserstrahls symmetrisch über dem Fugespalt 3 liegt. Falls dies nicht zutrifft, wird das Signal ($SA1 + SA2$) positiv oder negativ, wenn der Brennpunkt sich mehr auf dem Blech 1 oder 2 befindet. Die Schweißnaht ist heiß und schwächt die Schallwellen am weiter entfernten Schwingungsaufnehmer. Durch die Normierung:

$$\frac{SA1 - SA2}{SA1 + SA2} = U$$

wird ein Positionssignal U gewonnen, das von Brumm, Maschinenschwingungen, die sich auf beide Bleche übertragen oder Leistungsschwankungen (Laser) weitgehend unabhängig wird.

Mit dem Signal U kann der Laserschweißkopf 9 nachgeführt werden. Wenn das Signal $SA1 + SA2$ eine feste Schwelle unterschreitet, bedeutet dies, daß entweder der Fugespalt zu groß oder die Laserleistung zu klein ist. Beides führt zum Ausschuß.

Die Schwingungsaufnehmer 5, 6 müssen entweder mit dem Laserkopf mitgeführt werden (unter mechanischer Einkopplung der Bleche 1 bzw. 2) oder $SA1$ bzw. $SA2$ = Summe aller Signale dieser Seite. Hierbei sind die einzelnen Schwingungsaufnehmer an die Backen der Presse der Anlage angebaut.

- Leerseite -

1100

3543681

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

35 43 681
B 23 K 26/08
11. Dezember 1985
19. Juni 1987

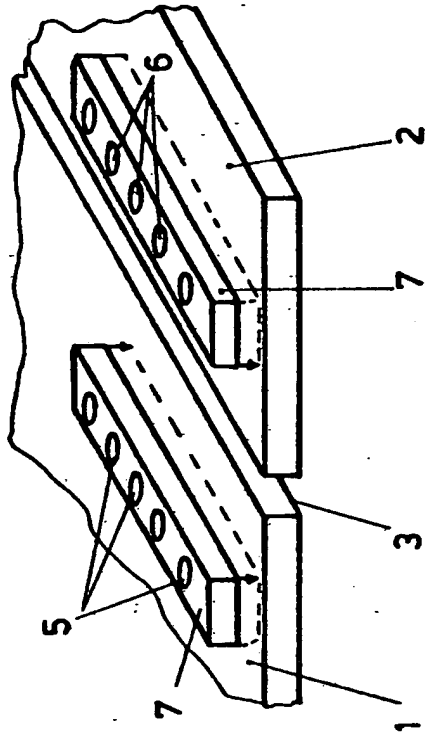


Fig. 2

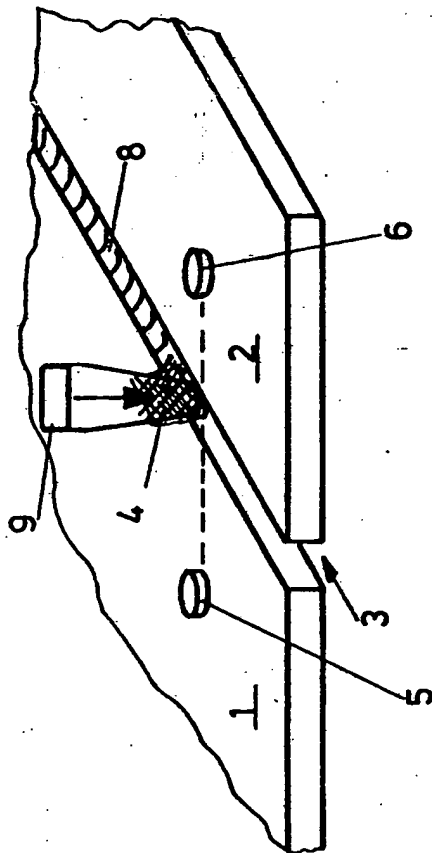


Fig. 1